

⑫ 公開特許公報(A) 平3-160746

⑤ Int. Cl.⁵H 01 L 21/76
C 08 K 3/34

識別記号

L

庁内整理番号

7638-5F

④ 公開 平成3年(1991)7月10日

6810-5F H 01 L 21/88

K※

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑥ 発明の名称 半導体素子用平坦化材料

⑪ 特 願 平1-300570

⑫ 出 願 平1(1989)11月17日

⑬ 発 明 者 藤 野 誠 二 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

⑭ 発 明 者 小 原 文 雄 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

⑮ 発 明 者 河 合 利 幸 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

⑯ 出 願 人 株式会社日本自動車部品総合研究所 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

⑰ 代 理 人 弁理士 伊藤 求馬
最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

半導体素子用平坦化材料

2. 特許請求の範囲

ポリイミド系樹脂を基材とし、これより熱膨張係数の小さい絶縁材料の微粉末を50重量%以下の範囲で含有することを特徴とする半導体素子用平坦化材料。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、半導体素子の層間絶縁膜材料、あるいはトレンチ等の溝埋め用として使用される半導体素子用平坦化材料に関する。

〔従来の技術〕

半導体基板に予め凹部を形成して、該凹部内に半導体チップを接合固定した埋め込み型の素子が提案されている。このような素子では、基板とチップの間に生じる溝を埋め、あるいは基板およびチップ表面の段差をなくすための平坦化層を形成する必要があり、チップ側の電極と基板側の電極

とを電気的に接続する際の、配線の段切れ等を防止するために重要である。

半導体素子製造における平坦化技術としては、従来、①絶縁性樹脂溶液を塗布、熱硬化する塗布法、②BPSG膜等を形成した後、熱処理して表面を流動化する流動化法、③平坦化しようとする層とエッチングレートの同じレジストを塗布して同時にエッチングするエッチバック法、および④層状均一堆積法、等が知られている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、このうち①、②、③の方法は、数 μm 以下の段差を平坦化しようとする場合に有効な方法であるが、数 μm を越える段差の平坦化には適していなかった。

例えば①の塗布法は、ポリアミド酸溶液等をスピンコートした後、熱処理によって溶媒を揮発させ、続いて脱水縮合によってポリイミドとして硬化させるものである。ところが、ポリアミド酸溶液中の樹脂成分は通常30%程度、最大でも37%程度であるため、スピンコート直後(熱処理前)

はほぼ平坦な面が得られるものの、熱処理によって溶媒が揮発すると、段差量は最大37%緩和されるにすぎない。このため、この方法で数10 μ m、数100 μ mの段差を平坦化しようとする、塗布、熱硬化処理を複数回必要とし工程が煩雑になるという問題があった。

また、④の方法は、減圧CVD法等によって多結晶シリコンを段差部に堆積するもので、数10 μ m以上の段差にも適用可能である。しかしながら、この方法では、堆積時の温度が600℃程度と、アルミニウム等の配線材料の耐熱温度以上であるため、配線工程を経た後では採用することができなかった。

本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、数10 μ m、数100 μ mといった大きな段差を、比較的低温で、かつ簡単な工程で平坦化することを目的とするものである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明者等は、上記従来の課題を解決するために鋭意検討を行ない、その結果、半導体素子の製

料微粉末が露出して1 μ mより大きい突起となると、平坦化層上に配線層を形成した場合、配線の段切れ、マイグレーション等半導体素子の品質に悪影響を及ぼす原因となる。

絶縁材料微粉末の形状は、フレーク状あるいは短繊維状のものが望ましい。これにより、冷熱サイクル等における信頼性を向上させることができ、加熱、冷却の繰返しによって基材であるポリイミド系樹脂にクラックが発生することを抑制する。

本発明の平坦化材料を半導体素子の平坦化に適用する場合には、出発原料であるポリアミド酸溶液に、上記絶縁材料の微粉末を所定量添加して攪拌、混合し、これを半導体素子表面に塗布した後、熱処理する。熱処理温度は、通常、200～350℃であり、これにより溶液中の溶媒が揮発し、さらに脱水反応によってイミド基が生成して、絶縁材料微粉末を含有するポリイミド系樹脂膜となる。

熱処理後の平坦化材料中の、絶縁材料微粉末の含有量は、重量割合で50%以下とする必要があ

る。造工程において使用される平坦化材料として、ポリイミド系樹脂を基材とし、これより熱膨張係数の小さい絶縁材料の微粉末を50重量%以下の範囲で含有する材料を用いることで平坦化が容易になることを見出した。

本発明において、基材であるポリイミド系樹脂の出発原料としては、例えば、ジアミンと四塩基酸二無水物をアルコール等の極性溶媒中で反応させることによって得られるポリアミド酸溶液が使用される。

絶縁材料微粉末としては、高い絶縁性を有し、かつ平坦化材料自体の熱膨張係数を半導体基板の熱膨張係数に近付けるため、基材であるポリイミド系樹脂（熱膨張係数： $\sim 1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ）より熱膨張係数が小さいものを使用する。具体的には、 SiO_2 、 Si_3N_4 等の微粉末が挙げられる。

この絶縁材料微粉末の平均粒径は1 μ m以下であることが望ましく、平均粒径が1 μ mより大きい場合には熱処理後の平坦化層にクラックが発生するおそれがある。また、平坦化層表面に絶縁材

り、含有量が50%を越えると、基材であるポリイミド系樹脂にクラックが発生しやすくなるので好ましくない。50%を越えない範囲で、平坦化する段差の大きさ、溝の深さを考慮して、適宜含有量を設定するのがよい。

なお、本発明の平坦化材料は、他の成分、例えば基板との接着性を改善するためのカプラー剤等を含んでいてもよい。また、塗布時、ポリアミド酸溶液に絶縁材料微粉末を混入した後、粘度調整のため、絶縁材料微粉末の含有量に応じて極性溶媒を適量添加してもよい。

〔作用〕

第1図は本発明の平坦化材料1の概念図であり、基材であるポリイミド系樹脂2に絶縁材料の微粉末3を所定割合で混入させてある。

基材であるポリイミド系樹脂2単独では、原料であるポリアミド酸溶液中の固形分量が限られ、熱処理による体積収縮が著しいが、本発明では、絶縁材料微粉末3を添加することで、ポリアミド酸溶液中の固形成分を増加させ、熱処理後の体積

収縮度合を著しく改善することができる。従って数 $10\mu\text{m}$ 以上の深い溝部への適用が可能で、表面の平坦性を保持できる。また絶縁材料を用いているので、平坦化材料の絶縁性を損なうことがない。

さらに、添加される絶縁材料微粉末は、基材であるポリイミド系樹脂（熱膨張係数： $\sim 1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ）より熱膨張係数が小さく、例えば SiO_2 では $0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。このため、平坦化材料全体の熱膨張係数を、基板材料であるシリコンの熱膨張係数（ $2.4 \sim 3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）に近付けることができ、熱負荷に対する半導体素子への影響を最低限に抑えることができる。

また熱処理温度は、ポリアミド酸溶液の溶媒を揮発させ、脱水縮合させるに必要な温度があればよく、通常 350°C 以下の比較的低温での処理が可能であるので、素子品質に悪影響を与えることはない。

[実施例]

次に、本発明を実施例により詳細に説明するが、

縁材料微粉末3からなる膜となし、平坦化層5とした。

平坦化層5中の SiO_2 微粉末の含有量と、溝41における平坦化層5の凹量： $A(\mu\text{m})$ の関係を第2図(b)に示す。また、含有量0%、44%、50%の場合の試料の断面形状のSEM（走査型電子顕微鏡）観察像を第3図(a)～(c)に示した。

含有量の増加に伴い、凹量： A が直線的に低減しており、含有量50%では微粉末を含有しない場合に比べ、凹量： A が約54%低減されていることがわかる。これは第3図(a)～(c)の比較によっても明らかで、 SiO_2 微粉末の添加により平坦性が改善されている様子がわかる。また、含有量50%を越えるものでは、凹量： A は低減しているものの、基材であるポリイミド樹脂にクラックの発生が観察された。

なお、第3図中、溝部表面に観察されるコントラストの異なる層は、シリコン基板と平坦化層との密着性を改善するために、通常形成される接着

本発明はその要旨を越えない限り以下の実施例により何等限定されるものではない。

実施例

ジアミンと四塩基酸二無水物を極性溶媒中で反応させて得られたポリアミド酸溶液（デュボン社製、P12703D、商品名）を出発原料として用い、この溶液に SiO_2 微粉末を含有量が所定量となるように、攪拌しながら混入した。 SiO_2 微粉末は平均粒径 $0.8\mu\text{m}$ 、フレーク状のものをを用いた。

上記のようにして調製した SiO_2 微粉末を含有するポリアミド酸溶液を、通常のスピナによって、第2図(a)に示す如く、上面にV字状の溝41を設けたシリコン基板4の上面一面に塗布した。溝41は、幅(B) $220\mu\text{m}$ 、深さ(H) $156\mu\text{m}$ であった。

その後、 100°C でポリアミド酸溶液中の極性溶媒を揮発させ、 200°C でイミド化を促進し、最終の熱処理 350°C で脱水縮合反応により硬化させ前記第1図で示したポリイミド系樹脂2と絶

層であり、平坦性の改善のみを目的とする場合には必ずしも必要ではない。

[発明の効果]

以上述べたように、半導体素子用平坦化材料として、絶縁材料微粉末を混入させたポリイミド系樹脂を用いると、数 $10\mu\text{m}$ 、数 $100\mu\text{m}$ といった大きな段差を、比較的低温で、かつ簡便な工程で平坦化することができる。さらにポリイミド系樹脂は、通常、その熱膨張係数が 10^{-6} オーダーであるのに対し、これより熱膨張係数が小さい、例えば熱膨張係数が $10^{-7} \sim 10^{-8}$ オーダーの絶縁材料微粉末を用いることにより、平坦化材料全体の熱膨張係数を小さくすることができ、シリコン基板内に構成される素子あるいはパッシベーション膜等への影響を最小限にすることができる。

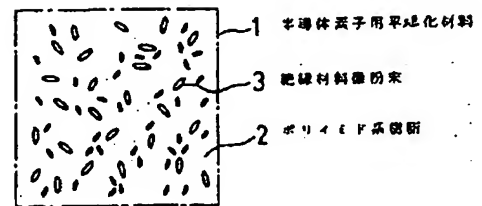
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の半導体素子用平坦化材料の概念図、第2図(a)は本発明実施例における試験方法を説明する図、第2図(b)は絶縁材料微粉末の含有量と凹量との関係を示す図、第3図(a)、

(b)、(c)はそれぞれ絶縁材料微粉末含有量0%、44%、50%とした場合の平坦化層の断面形状を示す電子顕微鏡写真である。

- 1……半導体素子用平坦化材料
2……ポリイミド系樹脂
3……絶縁材料微粉末

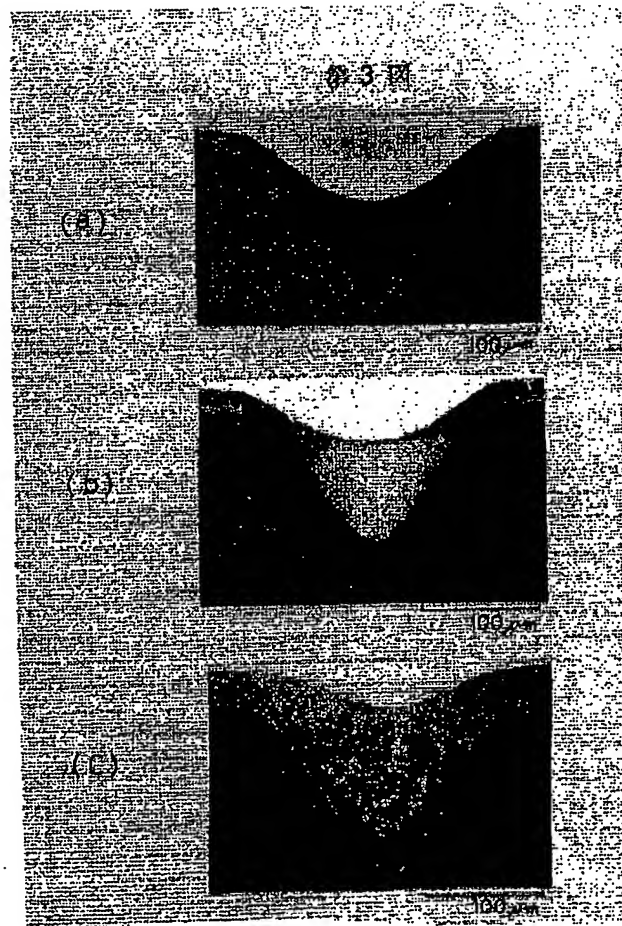
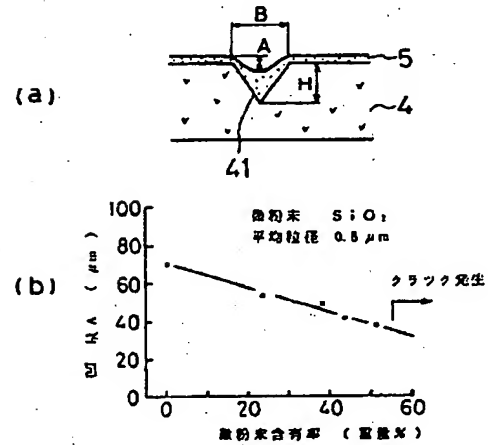
第1図



代理人 弁理士 伊藤 求馬



第2図



第1頁の続き

⑤Int. Cl.³

C 08 L 79/08
H 01 L 21/3205
21/76
21/90

識別記号

L R B

庁内整理番号

8830-4 J

V 7638-5 F
S 6810-5 F

手続補正書(方式)

平成2年3月15日

特許庁長官

殿

達

1. 事件の表示

平成1年特許願第300570号

2. 発明の名称

半導体素子用平坦化材料

3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(469)株式会社 日本自動車部品総合研究所

代表者 石丸典生

4. 代理人 〒450

愛知県名古屋市中村区名駅四丁目7番23号

豊田ビルディング 306号 (電話<052>583-1620)

弁理士(6759) 伊藤求馬



5. 補正命令の日付 (発送日)

平成2年2月27日

6. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄、
および図面の簡単な説明の欄



7. 補正の内容

(1) 明細書第9頁第6行～第7行に「試料の…
……観察像を」とあるを「平坦化層5の結晶の構造をSEM(走査型電子顕微鏡)で観察し、それぞれ」と補正する。

(2) 同第11頁第2行～第3行に「平坦化層の断面形状を示す」とあるを「平坦化層の結晶の構造を示す」と補正する。